

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11)特許出願公開番号  
特開2000-323999  
( P2000-323999A )

(43)公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 B 1/04		H 0 4 B 1/04	E 5 K 0 6 0
7/26	1 0 2	7/26	1 0 2 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-133166

(22)出願日 平成11年 5 月13日 (1999. 5. 13)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(72)発明者 田内 庸貴

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外 1 名)

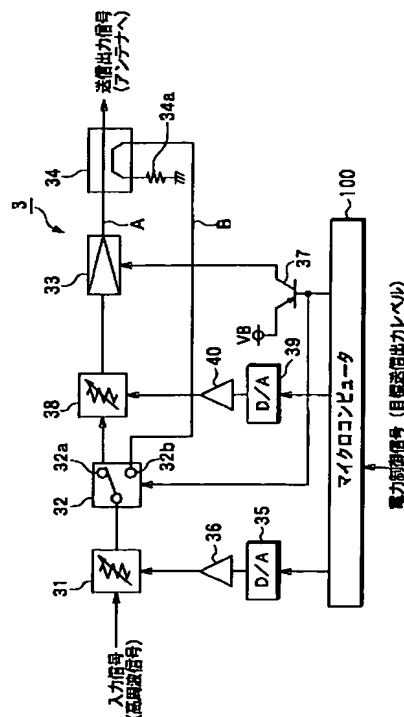
Fターム(参考) 5K060 DD04 EE05 HH06 HH32 HH39  
JJ02 JJ16 JJ23 LL01 LL11  
LL14 LL22 LL24  
5K067 AA23 BB04 EE02 GG08 GG09  
KK13

(54)【発明の名称】 送信電力制御回路

(57)【要約】

【課題】 送信電力を広いダイナミックレンジで制御するとともに、送信電力のオーバーシュート、アンダーシュートをなくす。

【解決手段】 高周波信号が入力される第1の減衰器31の出力信号は、切替スイッチ32によって主伝送線路Aと副伝送線路Bのいずれか一方に出力される。主伝送線路Aには、第2の減衰器38と増幅器33が設けられている。マイクロコンピュータ100は、第1、第2の減衰器31、38の利得および切替スイッチ32の切替えを制御し、副伝送線路Bから主伝送線路Aに切替えたときには、第2の減衰器38の利得をそのままにして第1の減衰器31の利得を変化させ、副伝送線路Bから主伝送線路Aに切替えたときには、第1の減衰器31の利得をそのままにして第2の減衰器38の利得を変化させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力された高周波信号を、制御信号に応じて変化する利得によって増幅して出力する第 1 の可変利得回路（31）と、

前記第 1 の可変利得回路の出力信号を主伝送線路（A）と副伝送線路（B）のいずれか一方に切替えて出力する第 1 の切替回路（32）と、

前記主伝送線路に設けられ、前記第 1 の可変利得回路の出力信号を、制御信号に応じて変化する利得によって増幅して出力する第 2 の可変利得回路（38、42）とを備え、

前記第 1 の可変利得回路の出力信号が前記第 1 の切替回路から前記主伝送線路に出力されているときには、前記第 1 の可変利得回路の利得を変化させずに前記第 2 の可変利得回路の利得が制御され、前記第 1 の可変利得回路の出力信号が前記第 1 の切替回路から前記副伝送線路に出力されているときには、前記第 2 の可変利得回路の利得を変化させずに前記第 1 の可変利得回路の利得が制御されるようになっていないことを特徴とする送信電力制御装置。

【請求項 2】 前記第 2 の可変利得回路は、減衰器（38）であることを特徴とする請求項 1 に記載の送信電力制御回路。

【請求項 3】 前記第 2 の可変利得回路は、正の利得で増幅する可変利得電力増幅器（42）であることを特徴とする請求項 1 に記載の送信電力制御回路。

【請求項 4】 前記主伝送線路に、予め設定された正の利得で増幅を行う増幅器（33）が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の送信電力制御回路。

【請求項 5】 前記第 1 の切替回路が前記第 1 の可変利得回路の出力信号を前記主伝送線路から前記副伝送線路に出力するように切替えたときに、前記増幅器への電源供給を遮断する電源遮断手段（37）を備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の送信電力制御回路。

【請求項 6】 前記主伝送線路と所定の結合量で結合して、前記副伝送線路に出力された前記第 1 の可変利得回路の出力信号に対し前記結合量だけ減衰させた信号を、前記主伝送線路からアンテナへ伝送する方向性結合器（34）を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の送信電力制御回路。

【請求項 7】 前記主伝送線路と前記副伝送線路のいずれか一方からアンテナに送信信号を出力する第 2 の切替回路（32）を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の送信電力制御回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワイドバンドの CDMA（Code Division Multiple Access）方式を用いた携帯電話等の無線機に用いられる送信電力制御回路

に関する。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】ワイドバンドの CDMA（W-CDMA）方式を用いた携帯電話等の無線機においては、CDMA 規格により 4.096 Mcps のチップレートをを用いているため、4.096 MHz × N 倍のクロックを生成して、基地局からの信号周波数に同期させるようにしている。

【0003】この場合、無線機は、例えば図 7 に示すように構成される。図において、1 は直交変調器、2 は送信帯域制限フィルタ、3 は送信電力制御回路、4 は分波器、5 はアンテナ、6 は 1.95 GHz 帯周波数切換シンセサイザ、7 は 190 MHz 固定周波数シンセサイザ、8 は受信高周波低雑音増幅器、9 は受信高周波帯域制限フィルタ、10 は周波数混合器（ミキサ）、11 は受信 IF 増幅器、12 は 190 MHz 帯域制限フィルタ、13 は直交復調器である。

【0004】このような構成において、送信時には、直交変調器 1 において 1.95 GHz 帯周波数切換シンセサイザ 6 から出力されるチャンネル切換用周波数（1.92～1.98 GHz）の信号を用いて直交変換を行い、送信帯域制限フィルタ 2 にて送信帯域の制限を行った後、送信電力制御回路 3 で電力制御を行い、分波器 4 を介してアンテナ 5 から送信を行う。

【0005】また、受信時には、アンテナ 5 から分波器 4 を介して入力された信号（周波数が 2.11～2.17 GHz の信号）を、受信高周波低雑音増幅器 8 にて低雑音増幅し、受信高周波帯域制限フィルタ 9 にて受信高周波帯域の制限を行う。その後、周波数混合器 10 にて、1.95 GHz 帯周波数切換シンセサイザ 6 から出力されるチャンネル切換用周波数の信号を用いて周波数混合を行うと、190 MHz の信号が得られる。そして、その信号を受信 IF 増幅器 11 にて増幅し、190 MHz 帯域制限フィルタ 12 にて帯域制限を行った後、直交復調器 13 において 190 MHz 固定周波数シンセサイザ 7 から出力される 190 MHz の信号を用いて直交復調を行う。

【0006】上記した送信電力制御回路 3 の具体的な構成を図 8（a）に示す。図に示すように、送信電力制御回路 3 は、変調された高周波信号を入力信号として入力し、その入力信号を図示しないマイクロコンピュータ等の制御装置からの制御電圧に応じた減衰量だけ減衰させて出力する減衰器 21 と、減衰器 21 の出力信号を予め設定された利得で増幅し、送信出力信号としてアンテナ 5 へ供給する電力増幅器 22 とから構成されている。そして、この送信電力制御回路 3 では、図 8（b）に示すように、減衰器 21 の減衰量を増減させることにより、送信電力が制御される。

【0007】しかしながら、上記した送信電力制御回路 3 では、減衰器 21 における減衰量のダイナミックレン

ジ（変化可能範囲）には限度があるため、送信電力を広いダイナミックレンジで制御することが困難である。そこで、本出願人は、送信電力を広いダイナミックレンジで制御できる送信電力制御回路を先に提案した（特願平10-269830号）。このものの具体的な構成を図9に示す。

【0008】この送信電力制御回路3は、変調された高周波信号を入力信号として入力し、その入力信号を、制御信号としての制御電圧に応じて変化する減衰量により減衰させて（換言すれば、制御電圧に応じて変化する負の利得により増幅して）出力する可変利得回路としての減衰器31と、減衰器31の出力信号を、第1出力端子32aと第2出力端子32bのうちいずれか一方から、スイッチ切替信号に応じて択一的に出力する切替回路としての切替スイッチ（高周波スイッチ）32と、切替スイッチ32の第1出力端子32aから出力される信号を、予め設定された正の利得GAで増幅して出力する電力増幅器33と、電力増幅器33の出力信号をアンテナ5へ送信出力信号として伝送する主伝送線路Aと、一方の端部が切替スイッチ32の第2出力端子32bに接続された副伝送線路（バイパス線路）Bと、一端が副伝送線路Bに接続され他端が終端器4aに接続され、主伝送線路Aと所定の結合量CDで結合して、切替スイッチ32の第2出力端子32bから出力される信号を上記結合量CDだけ減衰させた信号を、主伝送線路Aからアンテナ5へ送信出力信号として伝送する方向性結合器34とを備えている。

【0009】この方向性結合器34は、主伝送線路Aにおけるアンテナ方向への信号伝送に対しては、終端器34a側に結合し、副伝送線路Bにおける終端器34a方向への信号伝送に対しては、主伝送線路Aのアンテナ方向に結合するようになっている。なお、減衰器31の減衰量ATTの最小値（即ち、利得の最大値Gmax）は、0dBであり、その減衰量ATTの変化可能範囲（ダイナミックレンジ）は、電力増幅器33の利得GAと方向性結合器34の結合量CDとの和（ $=GA+CD$ ）以上に設定されている。

【0010】また、この送信電力制御回路3は、基地局からの目標送信出力レベルを表わす電力制御信号に応じて、減衰器31の減衰量ATTを調節するための減衰量制御データおよび切替スイッチ32を切替動作させるためのスイッチ切替信号を出力するマイクロコンピュータ100と、マイクロコンピュータ100からの減衰量制御データをアナログ信号に変換して出力するD/A変換器35と、D/A変換器35からのアナログ信号を増幅して減衰器31へ制御電圧として出力する演算増幅器36と、携帯電話に内蔵されたバッテリーの電圧VBを、電力増幅器33へ動作電源（バイアス電源）として供給する電源トランジスタ37とを備えている。

【0011】ここで、マイクロコンピュータ100から

のスイッチ切替信号がローレベルのときには、切替スイッチ32が減衰器31の出力信号を第1出力端子32aから主伝送線路Aに出力するとともに、電源トランジスタ37がオンして、電力増幅器33へバッテリーからの動作電源が供給される。また、マイクロコンピュータ100からのスイッチ切替信号がハイレベルのときには、切替スイッチ32が減衰器31の出力信号を第2出力端子32bから副伝送線路Bに出力するとともに、電源トランジスタ37がオフして、電力増幅器33への電源供給が遮断される。

【0012】上記した構成において、切替スイッチ32が第1出力端子32a側に接続されているときには、入力信号を減衰器31の減衰量ATTで減衰させた信号が電力増幅器33の利得GAの分だけ増幅され、その増幅後の信号がアンテナ5へ送信出力信号として供給される。また、切替スイッチ32が第2出力端子32b側に接続されているときには、入力信号を減衰器31の減衰量ATTで減衰させた信号が電力増幅器33を通過することなく副伝送線路Bへ供給され、その信号が方向性結合器34によって主伝送線路Aからアンテナ5へ送信出力信号として供給される。

【0013】このため、図10に示すように、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に接続した状態で、減衰器31の減衰量ATTを最小にすれば、送信電力制御回路3の総利得が最大となって、送信電力（すなわち、主伝送線路Aからアンテナ5へ供給される送信信号の電力レベル）が最大レベルPmaxとなり、また、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に接続した状態で、減衰器31の減衰量ATTを最大にすれば、送信電力制御回路3の総利得が最小となって、送信電力が最小レベルPminとなる。

【0014】ここで、送信電力を、最大レベルPmaxから、その最大レベルPmaxよりも電力増幅器33の利得GAと方向性結合器34の結合量CDとの和だけ減衰したレベル（ $=Pmax-GA-CD$ ）までの範囲で変化させる場合には、図10において黒丸印「●」の時点より左側に示すように、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に接続した状態にして減衰量ATTを変化させる。この場合、送信電力は、減衰器31の減衰量ATTに応じて変化することになる。

【0015】そして、減衰器31の減衰量ATTが電力増幅器33の利得GAと方向性結合器34の結合量CDとの和に等しいとき（換言すれば、減衰器31の利得が最大利得Gmaxである0dBよりも電力増幅器33の利得GAと方向性結合器34の結合量CDとの和だけ小さい値になったとき）に、送信電力は、 $Pmax-GA-CD$ になるが、そのレベルから送信電力をさらに下げる場合には、図10において黒丸印「●」の時点に示すように、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量ATTを最小値に戻

す（換言すれば、減衰器31の利得を最大利得 $G_{\max}$ に戻す）ように制御する。

【0016】このようにすれば、切替スイッチ32によって電力増幅器33がバイパスされるとともに、方向性結合器34の結合量 $CD$ の分だけ減衰が加わるため、送信電力は、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替える直前と同じ電力レベル（ $=P_{\max} - GA - CD$ ）となる。そして、その状態から減衰器31の減衰量 $ATT$ を大きくしていけば（換言すれば、減衰器31の利得を小さくしていけば）、図10において黒丸印

「●」の時点より右側に示すように、送信電力を、最小レベル $P_{\min}$ まで下げていくことができる。

【0017】逆に、切替スイッチ32が第2出力端子32b側に接続されている状態で、送信電力を $P_{\min}$ から上げていくときには、減衰器31の減衰量 $ATT$ を小さくしていく。そして、減衰量 $ATT$ が最小値になるとき（換言すれば、減衰器31の利得が最大利得 $G_{\max}$ になるとき）に、送信電力が $P_{\max} - GA - CD$ になる。そして、送信電力をさらに上げていくときには、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量 $ATT$ を電力増幅器33の利得 $GA$ と方向性結合器34の結合量 $CD$ との和に等しい値にする（換言すれば、減衰器31の利得を最大利得 $G_{\max}$ である0dBよりも電力増幅器33の利得 $GA$ と方向性結合器34の結合量 $CD$ との和だけ小さい値にする）ように制御する。

【0018】このようにすれば、電力増幅器33の利得 $GA$ が加わるとともに、方向性結合器34による減衰作用が無効になるため、送信電力は切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替える直前と同じ電力レベル（ $=P_{\max} - GA - CD$ ）となる。そして、その状態から減衰器31の減衰量 $ATT$ を小さくしていけば、図10において黒丸印「●」の時点より左側に示すように、送信電力を、最大レベル $P_{\max}$ まで上げていくことができる。

【0019】上記した作動を具体的な数値を用いて説明する。例えば、減衰器31に入力される入力信号の電力レベルが $-10\text{ dBm}$ 、減衰器31の減衰量 $ATT$ の可変幅が0dB $\sim$ 35dB（すなわち、減衰器31の利得の最大値 $G_{\max}$ が0dBで、最小値 $G_{\min}$ が $-35\text{ dB}$ ）、電力増幅器33の利得 $GA$ が30dB、方向性結合器34の結合量 $CD$ が5dBであるとする、送信電力の最大レベル $P_{\max}$ は20dBm（ $=-10\text{ dBm} - 0\text{ dB} + 30\text{ dB}$ ）となり、最小レベル $P_{\min}$ は $-50\text{ dBm}$ （ $=-10\text{ dBm} - 35\text{ dB} - 5\text{ dB}$ ）となる。

【0020】そして、送信電力を、最大レベル $P_{\max}$ である20dBmから $-15\text{ dBm}$ （ $=P_{\max} - GA - CD = 20\text{ dBm} - 30\text{ dB} - 5\text{ dB}$ ）まで変化させるときは、切替スイッチ32を第1出力端子32a側にして減衰器31の減衰量 $ATT$ を変化させる。減衰器31の

減衰量 $ATT$ が35dB（ $=GA + CD = 30\text{ dB} + 5\text{ dB}$ ）になると、送信電力は $-15\text{ dBm}$ になるが、送信電力をさらに下げる場合には、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量 $ATT$ を最小値である0dBに戻し、その状態で減衰器31の減衰量 $ATT$ を変えれば、送信電力を $-14\text{ dBm}$ から最小レベル $P_{\min}$ である $-50\text{ dBm}$ まで変化させることができる。

【0021】また、送信電力を、最小レベル $P_{\min}$ である $-50\text{ dBm}$ から $-15\text{ dBm}$ まで変化させるときは、切替スイッチ32を第2出力端子32b側にして減衰器31の減衰量 $ATT$ を変化させる。減衰器31の減衰量 $ATT$ が最小値である0dBになると、送信電力は $-15\text{ dBm}$ になるが、送信電力をさらに上げる場合には、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量 $ATT$ を35dB（ $=GA + CD = 30\text{ dB} + 5\text{ dB}$ ）にする。この状態で減衰器31の減衰量 $ATT$ を変えれば、送信電力を $-15\text{ dBm}$ から最大レベル $P_{\max}$ である20dBmまで変化させることができる。

【0022】マイクロコンピュータ100は、送信電力が基地局からの電力制御信号を示す目標送信出力レベルになるように制御する。このため、現在の送信電力と目標送信出力レベルとを比較し、送信電力を下げるべきであると判定したときには、減衰器31の減衰量 $ATT$ を $\Delta A$ （例えば1dB）ずつ増加させる。そして、減衰器31の減衰量 $ATT$ が35dB（ $=GA + CD$ ）になると、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量 $ATT$ を最小値である0dBに戻し、この状態から減衰器31の減衰量 $ATT$ を $\Delta A$ ずつ増加させる。また、送信電力を上げるべきであると判定したときには、減衰器31の減衰量 $ATT$ を $\Delta A$ ずつ減少させる。そして、減衰器31の減衰量 $ATT$ が最小値である0dBになると、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量 $ATT$ を35dBに戻し、この状態から減衰器31の減衰量 $ATT$ を $\Delta A$ ずつ減少させる。

【0023】以上のような構成とすることにより、送信電力制御回路3の送信電力を広いダイナミックレンジで制御することができる。本発明者は、上記した送信電力制御回路3について、さらに検討を進めたところ、以下のような問題があることを見出した。すなわち、減衰器31の減衰量 $ATT$ を増加させ、減衰量 $ATT$ が35dB（ $=GA + CD$ ）になると、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替えるとともに、減衰器31の減衰量 $ATT$ を最小値である0dBに戻すようにしているが、その際に切替スイッチ32の切替タイミングと減衰器31の減衰量 $ATT$ を0dBに戻すタイミングがずれると、その時間差によって送信電力がオーバーシュートしたり、アンダーシュートしたりする。例えば、減衰

器 3 1 の減衰量 A T T を先に 0 d B に戻し、その後に切替スイッチ 3 2 の切替が行われると、図 1 1 に示すように、送信電力がオーバーシュートする。

【0024】また、減衰器 3 1 の減衰量 A T T を減少させ、減衰量 A T T が 0 d B になると、切替スイッチ 3 2 を第 1 出力端子 3 2 a 側に切り替えるとともに、減衰器 3 1 の減衰量 A T T を 3 5 d B に戻すようにしているが、その際の切替スイッチ 3 2 の切替タイミングと減衰器 3 1 の減衰量 A T T を 3 5 d B に戻すタイミングにおいてもずれが生じると、その時間差によって送信電力がオーバーシュートしたり、アンダーシュートしたりする。例えば、減衰器 3 1 の減衰量 A T T を先に 3 5 d B に戻し、その後に切替スイッチ 3 2 の切替が行われると、図 1 1 に示すように、送信電力がアンダーシュートする。

【0025】ワイドバンド C D M A 方式においては、図 1 2 に示すように、パイロットシンボルとデータからなるフレーム構成の送信データで送信を行うようにしており、送信電力がオーバーシュートしたりアンダーシュートしたりすると、送信電力が大きく変動するため、基地局に送信データが適正に送信できないという問題が生じる。この場合、ワイドバンド C D M A 方式では、パイロットシンボルによって基地局と同期をとって送受信を行っているため、パイロットシンボルが適正に送信できないと、基地局との通信において同期性能が落ちることになる。また、送信電力がオーバーシュートした場合には、送信電力が瞬間的に大きくなるため、基地局に対し妨害波になるという問題も生じる。

【0026】本発明は、上記問題に鑑みたもので、送信電力を広いダイナミックレンジで制御できるようにするとともに、送信電力のオーバーシュート、アンダーシュートをなくすことを目的とする。

#### 【0027】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明においては、入力された高周波信号を増幅する第 1 の可変利得回路 ( 3 1 ) の出力信号が、第 1 の切替回路 ( 3 2 ) によって主伝送線路

( A ) と副伝送線路 ( B ) のいずれか一方に切替えて出力される。主伝送線路には、第 1 の可変利得回路の出力信号を増幅して出力する第 2 の可変利得回路 ( 3 8 、 4 2 ) が設けられている。そして、第 1 の可変利得回路の出力信号が第 1 の切替回路から主伝送線路に出力されているときには、第 1 の可変利得回路の利得を変化させずに第 2 の可変利得回路の利得が制御され、第 1 の可変利得回路の出力信号が第 1 の切替回路から副伝送線路に出力されているときには、第 2 の可変利得回路の利得を変化させずに第 1 の可変利得回路の利得が制御されるようになっている。

【0028】このことにより、少なくとも第 1 の可変利得回路の利得と第 2 の可変利得回路の利得を加えたダイ

ナミックレンジで送信電力を制御することができるため、送信電力を広いダイナミックレンジで制御することができる。また、第 1 の切替回路の切替タイミングにおいて、第 1 、第 2 の可変利得回路のうちの一方を用いて利得制御を行うようにしているので、送信電力のオーバーシュートやアンダーシュートが生じないようにすることができる。

【0029】なお、第 2 の可変利得回路としては、請求項 2 に記載の発明のように、減衰器 ( 3 8 ) を用いる、あるいは請求項 3 に記載の発明のように、正の利得で増幅する可変利得電力増幅器 ( 4 2 ) を用いることができる。また、請求項 4 に記載の発明のように、主伝送線路に、予め設定された正の利得で増幅を行う増幅器 ( 3 3 ) を設けるようにすることができる。この場合、請求項 5 に記載の発明のように、第 1 の切替回路が第 1 の可変利得回路の出力信号を主伝送線路から副伝送線路に出力するように切替えたときに、増幅器への電源供給を遮断する電源遮断手段 ( 3 7 ) を備えるようにすれば、送信電力制御回路の低消費電力化を図ることができるとともに、高周波信号が増幅器の前段にリークするようなことが生じても、それを増幅器で増幅して出力することがないため、送信電力を低い電力レベルまで制御することができる。

【0030】また、請求項 6 に記載の発明のように、主伝送線路と所定の結合量で結合する方向性結合器 ( 3 4 ) を設けるようにすれば、方向性結合器の結合量によりダイナミックレンジをさらに広くすることができる。なお、この場合、方向性結合器に代えて、請求項 7 に記載の発明のように、主伝送線路と副伝送線路のいずれか一方からアンテナに送信信号を出力する第 2 の切替回路 ( 3 2 ) を備えるようにすることもできる。

【0031】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

#### 【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図 1 に本発明の一実施形態に係る送信電力制御回路 3 の構成を示す。図 9 に示すものと同一符号を付したものは、同一もしくは均等のものであることを示す。この実施形態においては、切替スイッチ 3 2 の前段に設けられている減衰器 3 1 ( 以下、第 1 の減衰器 3 1 という ) 以外に、切替スイッチ 3 2 の第 1 出力端子 3 2 a と電力増幅器 3 3 の間に第 2 の減衰器 3 8 が設けられており、マイクロコンピュータ 1 0 0 から D / A 変換器 3 9 を介し演算増幅器 4 0 にて増幅された制御電圧により、第 2 の減衰器 3 8 の減衰量が設定されるようになっている。

【0033】また、この実施形態においては、上記した第 1 、第 2 の増幅器 3 1 、 3 8 の制御および切替スイッチ 3 2 の切替えが次のように行われて、送信電力が制御

される。すなわち、最大レベル $P_{\max}$  から、 $P_{\max} - G - A - CD$ まで送信電力を低下させる場合には、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に接続して、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を最小値にし、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ を最小値から大きくしていく。このとき、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ に応じて送信電力が変化する。

【0034】そして、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ が電力増幅器33の利得 $G$ と方向性結合器34の結合量 $CD$ との和に等しくなると、送信電力は、 $P_{\max} - G - A - CD$ になるが、そのレベルから送信電力をさらに下げる場合には、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替える。このとき、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ はそのままにしておく。この後、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を大きくしていくと、送信電力を、最小レベル $P_{\min}$ まで下げていくことができる。

【0035】逆に、切替スイッチ32が第2出力端子32b側に接続されている状態で、送信電力を $P_{\min}$ から上げていくときには、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を小さくしていく。そして、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ が最小値となるときに、送信電力が $P_{\max} - G - A - CD$ になる。そして、送信電力をさらに上げていくときには、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替える。このとき、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ はそのままにしておく。この後、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ を小さくしていけば、送信電力を、最大レベル $P_{\max}$ まで上げていくことができる。

【0036】上記した作動を具体的な数値を用いて説明する。例えば、減衰器に入力される入力信号の電力レベルが $-10\text{ dBm}$ 、第1の、第2の減衰器38の減衰量 $ATT1$ 、 $ATT2$ の可変幅が $0\text{ dB} \sim 35\text{ dB}$ （すなわち、第1、第2の減衰器38の利得の最大値 $G_{\max}$ が $0\text{ dB}$ で、最小値 $G_{\min}$ が $-35\text{ dB}$ ）、電力増幅器33の利得 $G$ が $30\text{ dB}$ 、方向性結合器34の結合量 $CD$ が $5\text{ dB}$ であるとする、送信電力の最大レベル $P_{\max}$ は $20\text{ dB}$ （ $= -10\text{ dBm} - 0\text{ dB} + 30\text{ dB}$ ）となり、最小レベル $P_{\min}$ は $-50\text{ dB}$ （ $= -10\text{ dBm} - 35\text{ dB} - 5\text{ dB}$ ）となる。

【0037】そして、送信電力を、最大レベル $P_{\max}$ である $20\text{ dBm}$ から $-15\text{ dBm}$ （ $= P_{\max} - G - A - CD = 20\text{ dBm} - 30\text{ dB} - 5\text{ dB}$ ）まで変化させるときは、切替スイッチ32を第1出力端子32a側にし、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を $0\text{ dB}$ にして第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ を最小値である $0\text{ dB}$ から大きくしていく。そして、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ が $35\text{ dB}$ （ $= G + A + CD = 30\text{ dB} + 5\text{ dB}$ ）になると、送信電力は $-15\text{ dBm}$ になるが、送信電力をさらに下げる場合には、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替える。このとき、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ はそのままにしておく。この

後、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を $0\text{ dB}$ から大きくしていけば、送信電力を $-15\text{ dBm}$ から最小レベル $P_{\min}$ である $-50\text{ dBm}$ まで変化させることができる。

【0038】また、送信電力を、最小レベル $P_{\min}$ である $-50\text{ dBm}$ から $-15\text{ dBm}$ まで変化させるときは、切替スイッチ32を第2出力端子32b側にし第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を変化させる。第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ が最小値である $0\text{ dB}$ になると、送信電力は $-15\text{ dBm}$ になる。そして、送信電力をさらに上げていくときには、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替える。このとき、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ はそのままにしておく。この後、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ を小さくしていけば、送信電力を、最大レベル $P_{\max}$ まで上げていくことができる。

【0039】図2に、送信電力を変化させる場合の送信電力の変化と、切替スイッチ32の状態と、第1、第2の減衰器38の減衰量 $ATT1$ 、 $ATT2$ の関係を示す。次に、上記した作動を行うためのマイクロコンピュータ100の送信電力制御について図3に示すフローチャートを参照して説明する。マイクロコンピュータ100は、まずS110にて、現在の送信電力が基地局から指令される目標送信レベルである否かを判定する。そして、現在の送信電力が目標送信出力レベルであれば、S110の判定処理を繰り返すが、現在の送信電力が目標送信出力レベルでなければ（S110：NO）、S120に進んで、送信電力を目標送信出力レベルとするために、現在の送信電力を下げるべきか否かを判定する。

【0040】そして、上記S120にて、送信電力を下げるべきと判定した場合には（S120：YES）、S130に進んで、切替スイッチ32が第2出力端子32b側にあるか否かを判定する。そして、切替スイッチ32が第2出力端子32b側になければ（S130：NO）、S140に進んで、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ が電力増幅器33の利得 $G$ と方向性結合器34の結合量 $CD$ との和 $-1\text{ dB}$ （ $= G + A + CD - 1$ ）以上になったか否かを判定し、そうでなければ（S140：NO）、S150にて、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ を所定量 $\Delta A$ （例えば $1\text{ dB}$ ）だけ増加させた後、S110へ戻る。

【0041】また、上記S140にて、第2の減衰器38の減衰量 $ATT2$ が $G + A + CD - 1$ 以上になったと判定したときには（S140：YES）、S160に進み、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替え、その後、S110に戻る。また、上記ステップ130にて、切替スイッチ32が第2出力端子32b側にあると判定したときには（S130：YES）、S170に進んで、第1の減衰器31の減衰量 $ATT1$ を $\Delta A$ だけ増加させた後、S110へ戻る。

【0042】一方、上記S120にて、送信電力を上げるべきであると判定した場合には（S120：NO）、S180に進んで、切替スイッチ32が第1出力端子32a側にあるか否かを判定する。そして、切替スイッチ32が第1出力端子32a側になれば（S180：NO）、S190に進んで、第1の減衰器31の減衰量ATT1が0dBになったか否かを判定し、第1の減衰器31の減衰量ATT1が0dBになっていなければ（S190：NO）、S200にて、第1の減衰器31の減衰量ATT1を $\Delta A$ だけ減少させた後、S110へ戻る。

【0043】また、上記S190にて、第1の減衰器31の減衰量ATT1が0dBになったと判定したときには（S190：YES）、S210に進み、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替え、その後、S110に戻る。また、上記ステップ180にて、切替スイッチ32が第1出力端子32a側にあると判定したときには（S180：YES）、S220に進んで、第2の減衰器38の減衰量ATT2を $\Delta A$ だけ増加させた後、S110へ戻る。

【0044】このような送信電力制御処理をマイクロコンピュータ100が実行することにより、送信電力が、基地局から指令された目標送信出力レベルとなるように自動制御される。以上詳述したように、この実施形態の送信電力制御回路3によれば、第1、第2の減衰器31、38のダイナミックレンジに電力増幅器33の利得GAと方向性結合器34の結合量CDとを加えた広いダイナミックレンジで、送信電力を連続的に制御することができる。また、切替スイッチ32の切替タイミングにおいて、第1、第2の減衰器31、38のうちそれぞれまで制御していた一方の減衰器の利得をそのままにして、他方の減衰器による利得制御に移行させるようにしているので、送信電力のオーバーシュートやアンダーシュートが生じないようにすることができる。

【0045】また、図1に示すように、切替スイッチ32が第2出力端子32b側に切り替えられたときに電源トランジスタ37がオフして、電力増幅器33への電源供給が遮断されるようになっている。このことにより、送信電力制御回路3の低消費電力化を図ることができるとともに、高周波信号が電力増幅器33の前段にリークするようなことが生じても、それを電力増幅器33で増幅して出力することがないため、送信電力を低い電力レベルまで制御することができる。

【0046】以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、種々の形態を探り得ることができる。例えば、方向性結合器34に代えて、図4に示すように切替スイッチ41を用いてもよい。この場合、マイクロコンピュータ100からのスイッチ切替信号がローレベルのときに、第1出力端子41aが主伝送線路Aに接続され、マ

イクロコンピュータ100からのスイッチ切替信号がハイレベルのときに、第2出力端子41bが副伝送線路Bに接続される。なお、このような構成においては、方向性結合器34の結合量CDをなくした形で上記した制御が設定される。

【0047】また、図1、図4に示した、第2の減衰器38と電力増幅器33の代わりに、図5に示すように、入力信号の制御信号に応じた正の利得で増幅する可変利得電力増幅器42を用いるようにしてもよい。この可変利得電力増幅器42は、マイクロコンピュータ100からD/A変換器43を介し演算増幅器44にて増幅された制御電圧によって、その利得が制御される。この場合、マイクロコンピュータ100は、次のようにして送信電力の制御を行う。

【0048】切替スイッチ32が第1出力端子32a側に接続されて送信電力を最大レベルから低下させていくときには、可変利得電力増幅器42の利得を最大値から小さくするようにする。そして、可変利得電力増幅器42の利得が最小値の0dBになると、切替スイッチ32を第2出力端子32b側に切り替え、可変利得電力増幅器42の利得をそのままにして、減衰器31の減衰量を大きくしていく。

【0049】また、切替スイッチ32が第2出力端子2b側に接続されて送信電力を最小レベルから上げていくときには、減衰器1の減衰量を小さくいく。そして、減衰器1の減衰量が最小値の0dBになると、切替スイッチ32を第1出力端子32a側に切り替え、減衰器31の減衰量をそのままにして、可変利得電力増幅器42の利得を大きくしていく。

【0050】なお、この実施形態においても、可変利得電力増幅器42に、電力増幅器33を直列接続した構成としてもよい。また、上記した種々の実施形態において、第1の可変利得回路としては、減衰器31以外に、入力信号の制御信号に応じた正の利得で増幅する可変増幅器を用いてもよい。さらに、第1、第2の可変利得回路として、減衰器31、38以外に、利得が正負両方に变化可能なものを用いてもよい。

【0051】また、無線機としては、図7に示すもの以外に、図6に示す構成のものを用いることができる。このものにおいては、図7に示す1.95GHz帯周波数切換シンセサイザ6の代わりに2.3GHz帯周波数切換シンセサイザ16を用い、また図7に示す190MHz固定周波数シンセサイザ7の代わりに380MHz固定周波数シンセサイザ14を用い、2.3GHz帯周波数切換シンセサイザ16からの信号と380MHz固定周波数シンセサイザ14からの信号を周波数混合器15で周波数混合して、1.92～1.98GHzの信号を得、これを直交変調器1に出力する。また、2.3GHz帯周波数切換シンセサイザ16から出力される2.3～2.36GHzの信号を用いて周波数混合器10で周

波数混合を行い、190MHzの信号を得る。また、380MHz固定周波数シンセサイザ23から出力される380MHzの信号を、2倍周波数を入力とし内部で1/2分周する直交復調器13に入力し、直交復調器13において190MHzの信号を用いた直交復調を行う。

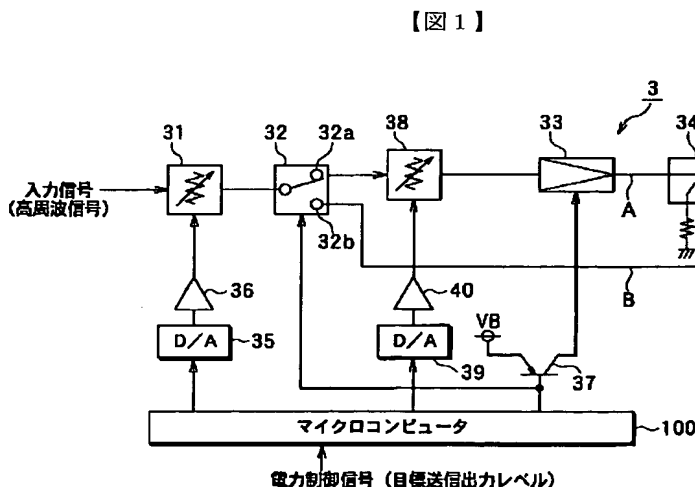
【0052】図7に示す構成の場合には、1.95GHz帯周波数切換シンセサイザ6から出力される信号の周波数と送信変調周波数が同じになっているため、1.95GHz帯周波数切換シンセサイザ6に変調波が悪影響を及ぼし、2.3GHz帯周波数切換シンセサイザ24のCN特性、位相雑音特性が劣化して変調精度が悪くなるという問題が生じるが、図6に示すように構成した場合には、2.3GHz帯周波数切換シンセサイザ24から出力される信号の周波数と送信変調周波数が異なっているため、変調精度の劣化を最小限にとどめることができる。

【0053】また、図7に示す構成の場合には、直交復調器13に入力されるローカル信号の周波数を、受信IF増幅器11、190MHz帯域制限フィルタ12を介して直交復調器13に入力されるIF信号と同じにしているため、直交復調器13で直交復調した後のI、Q信号に不要な直流成分が乗畳されてしまうという問題が生じるが、図6に示すように直交復調器13に入力されるローカル信号の周波数を380MHzにすることにより、直流成分の乗畳による影響を最小限にとどめることができる。

【0054】なお、本発明に係る送信電力制御回路3は、携帯電話以外の他の無線通信器にも用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る送信電力制御回路の\*



\* 構成を示す図である。

【図2】図1に示す構成において、送信電力を変化させる場合の送信電力の変化と、切替スイッチ32の状態と、第1、第2の減衰器38の減衰量ATT1、ATT2の関係を示す図である。

【図3】図1中のマイクロコンピュータ100の送信電力制御処理を示すフローチャートである。

【図4】図1に示す実施形態に対し、方向性結合器34に代えて切替スイッチ41を用いた実施形態を示す図である。

【図5】図1、図4に示す実施形態に対し、第2の減衰器38と電力増幅器33に代えて可変利得電力増幅器42を用いた実施形態を示す図である。

【図6】無線機の構成を示す図である。

【図7】無線機の構成を示す図である。

【図8】従来の送信電力制御回路成を説明するための図である。

【図9】本出願人が先に提案した送信電力制御回路の構成を示す図である。

【図10】図9に示す送信電力制御回路の作動説明に供する図である。

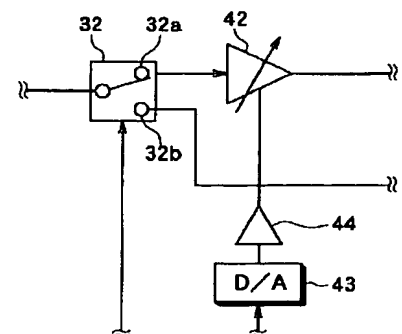
【図11】図9に示す送信電力制御回路の問題点を説明するための図である。

【図12】送信データの構成を示す図である。

【符号の説明】

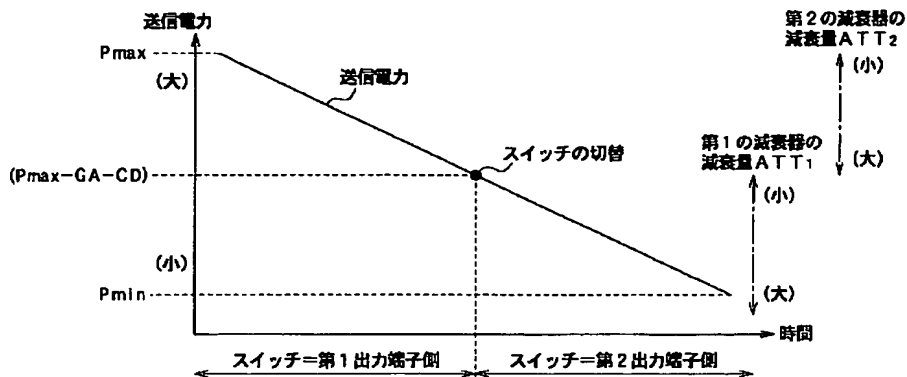
3…送信電力制御回路、31…第1の減衰器、32、41…切替スイッチ、33…電力増幅器、34…方向性結合器、35、39…D/A変換器、36、40…演算増幅器、38…第2の減衰器、42…可変利得電力増幅器、100…マイクロコンピュータ。

【図5】

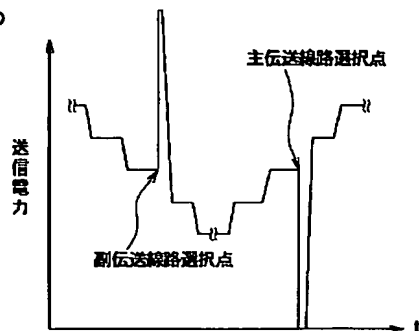




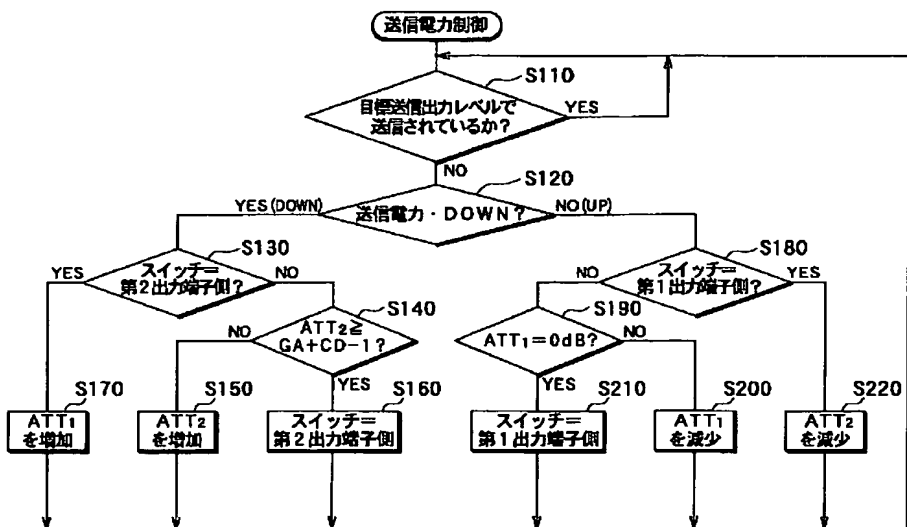
【図2】



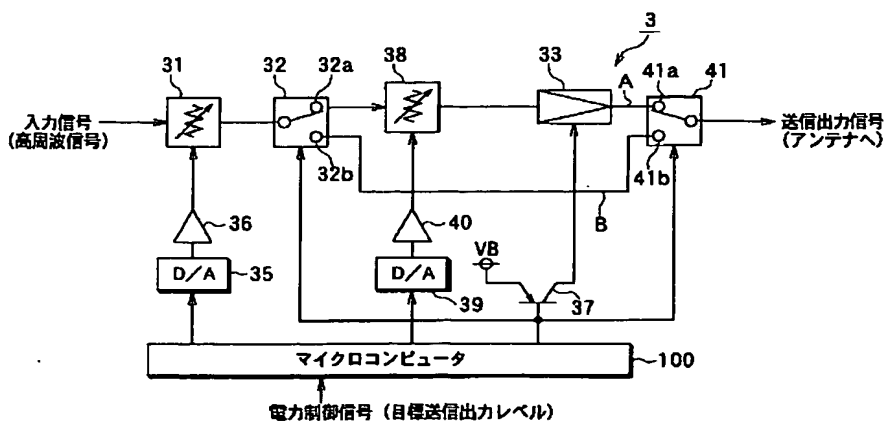
【図11】



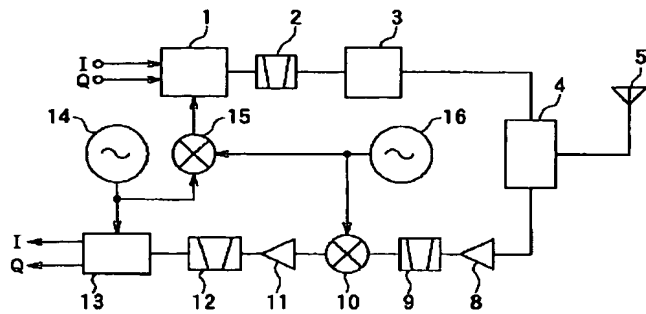
【図3】



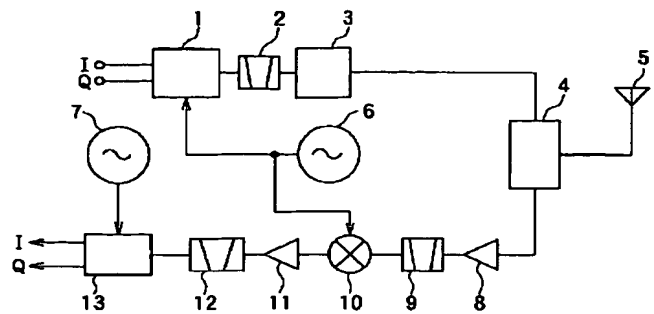
【図4】



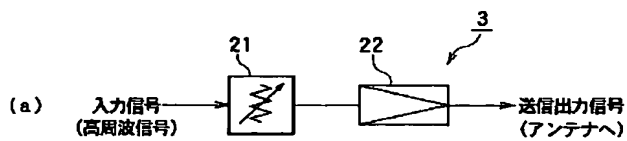
【図 6】



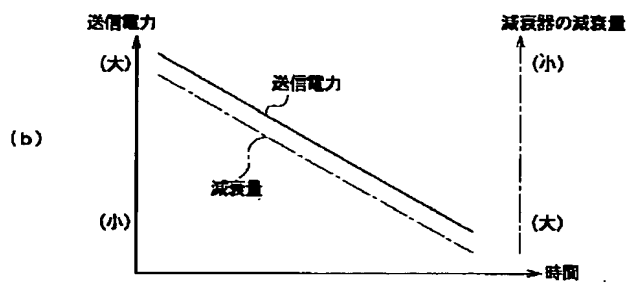
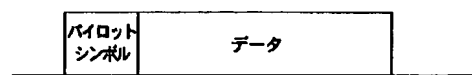
【図 7】



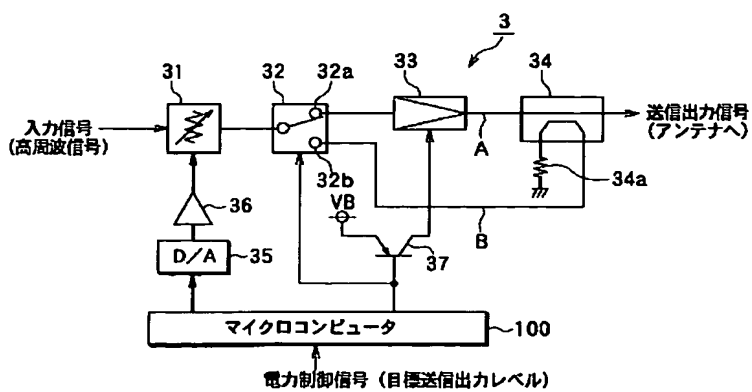
【図 8】



【図 12】



【図 9】



【図 10】

